# Mecánica Clásica Alternativa

Alejandro A. Torassa


(2013) Buenos Aires, Argentina
atorassa@gmail.com

**Resumen**

Este trabajo presenta una mecánica clásica alternativa, que puede ser aplicada en cualquier sistema de referencia (rotante o no rotante) (inercial o no inercial) sin necesidad de introducir fuerzas ficticias.

## Sistema de Referencia Universal

El sistema de referencia universal es un sistema de referencia fijo al centro de masa del universo.

La posición universal $\mathring{\mathbf{r}}_a$, la velocidad universal $\mathring{\mathbf{v}}_a$ y la aceleración universal $\mathring{\mathbf{a}}_a$ de una partícula A respecto al sistema de referencia universal $\mathring{\mathrm{S}}$, están dadas por:

$$\mathring{\mathbf{r}}_a = (\mathbf{r}_a)$$

$$\mathring{\mathbf{v}}_a = d(\mathbf{r}_a)/dt$$

$$\mathring{\mathbf{a}}_a = d^2(\mathbf{r}_a)/dt^2$$

donde $\mathbf{r}_a$ es la posición de la partícula A respecto al sistema de referencia universal $\mathring{\mathrm{S}}$.

La posición dinámica $\breve{\mathbf{r}}_a$, la velocidad dinámica $\breve{\mathbf{v}}_a$ y la aceleración dinámica $\breve{\mathbf{a}}_a$ de una partícula A de masa $m_a$, están dadas por:

$$\breve{\mathbf{r}}_a = \int\int (\mathbf{F}_a/m_a)\; dt\; dt$$

$$\breve{\mathbf{v}}_a = \int (\mathbf{F}_a/m_a)\; dt$$

$$\breve{\mathbf{a}}_a = (\mathbf{F}_a/m_a)$$

donde $\mathbf{F}_a$ es la fuerza resultante que actúa sobre la partícula A.

# Principio General

La posición total $\tilde{\mathbf{r}}_a$ de una partícula A, está dada por:

$$\tilde{\mathbf{r}}_a = \mathring{\mathbf{r}}_a - \breve{\mathbf{r}}_a$$

El principio general establece que la posición total $\tilde{\mathbf{r}}_a$ de una partícula A está siempre en equilibrio.

$$\tilde{\mathbf{r}}_a = 0$$

# Observaciones

Aplicando el principio general a una partícula A, se deduce:

| | | |
|---|---|---|
| $m_a\mathring{\mathbf{r}}_a - m_a\breve{\mathbf{r}}_a = 0$ | $\rightarrow$ | $1/2\, m_a\mathring{\mathbf{r}}_a^2 - 1/2\, m_a\breve{\mathbf{r}}_a^2 = 0$ |
| $\downarrow$ | | $\downarrow$ |
| $m_a\mathring{\mathbf{v}}_a - m_a\breve{\mathbf{v}}_a = 0$ | $\rightarrow$ | $1/2\, m_a\mathring{\mathbf{v}}_a^2 - 1/2\, m_a\breve{\mathbf{v}}_a^2 = 0$ |
| $\downarrow$ | $\nearrow$ | $\downarrow$ |
| $m_a\mathring{\mathbf{a}}_a - m_a\breve{\mathbf{a}}_a = 0$ | $\rightarrow$ | $1/2\, m_a\mathring{\mathbf{a}}_a^2 - 1/2\, m_a\breve{\mathbf{a}}_a^2 = 0$ |

Sustituyendo $\breve{\mathbf{r}}_a$, $\breve{\mathbf{v}}_a$ y $\breve{\mathbf{a}}_a$ de la página [1] en las ecuaciones anteriores, se obtiene:

| | | |
|---|---|---|
| $m_a\mathring{\mathbf{r}}_a - \int\int \mathbf{F}_a\, dt\, dt = 0$ | $\rightarrow$ | $1/2\, m_a\mathring{\mathbf{r}}_a^2 - 1/2\, m_a(\int\int (\mathbf{F}_a/m_a)\, dt\, dt)^2 = 0$ |
| $\downarrow$ | | $\downarrow$ |
| $m_a\mathring{\mathbf{v}}_a - \int \mathbf{F}_a\, dt = 0$ | $\rightarrow$ | $1/2\, m_a\mathring{\mathbf{v}}_a^2 - \int \mathbf{F}_a\, d\mathring{\mathbf{r}}_a = 0$ |
| $\downarrow$ | $\nearrow$ | $\downarrow$ |
| $m_a\mathring{\mathbf{a}}_a - \mathbf{F}_a = 0$ | $\rightarrow$ | $1/2\, m_a\mathring{\mathbf{a}}_a^2 - 1/2\, m_a(\mathbf{F}_a/m_a)^2 = 0$ |

Donde $1/2\, \breve{\mathbf{v}}_a^2 = \int \breve{\mathbf{a}}_a\, d\breve{\mathbf{r}}_a \;\rightarrow\; 1/2\, m_a\breve{\mathbf{v}}_a^2 = \int m_a\, \breve{\mathbf{a}}_a\, d\breve{\mathbf{r}}_a \;\rightarrow\; 1/2\, m_a\breve{\mathbf{v}}_a^2 = \int \mathbf{F}_a\, d\breve{\mathbf{r}}_a \quad (\breve{\mathbf{r}}_a = \mathring{\mathbf{r}}_a)$

# Transformaciones

La posición universal $\mathring{\mathbf{r}}_a$, la velocidad universal $\mathring{\mathbf{v}}_a$ y la aceleración universal $\mathring{\mathbf{a}}_a$ de una partícula A respecto a un sistema de referencia S, están dadas por:

$$\mathring{\mathbf{r}}_a = \mathbf{r}_a + \breve{\mathbf{r}}_S$$

$$\mathring{\mathbf{v}}_a = \mathbf{v}_a + \breve{\omega}_S \times \mathbf{r}_a + \breve{\mathbf{v}}_S$$

$$\mathring{\mathbf{a}}_a = \mathbf{a}_a + 2\,\breve{\omega}_S \times \mathbf{v}_a + \breve{\omega}_S \times (\breve{\omega}_S \times \mathbf{r}_a) + \breve{\alpha}_S \times \mathbf{r}_a + \breve{\mathbf{a}}_S$$

donde $\mathbf{r}_a$, $\mathbf{v}_a$ y $\mathbf{a}_a$ son la posición, la velocidad y la aceleración de la partícula A respecto al sistema de referencia S; $\breve{\mathbf{r}}_S$, $\breve{\mathbf{v}}_S$, $\breve{\mathbf{a}}_S$, $\breve{\omega}_S$ y $\breve{\alpha}_S$ son la posición dinámica, la velocidad dinámica, la aceleración dinámica, la velocidad angular dinámica y la aceleración angular dinámica del sistema de referencia S.

La posición dinámica $\breve{\mathbf{r}}_S$, la velocidad dinámica $\breve{\mathbf{v}}_S$, la aceleración dinámica $\breve{\mathbf{a}}_S$, la velocidad angular dinámica $\breve{\omega}_S$ y la aceleración angular dinámica $\breve{\alpha}_S$ de un sistema de referencia S fijo a una partícula S, están dadas por:

$$\breve{\mathbf{r}}_S = \int\int (\mathbf{F}_0/m_s)\; dt\; dt$$

$$\breve{\mathbf{v}}_S = \int (\mathbf{F}_0/m_s)\; dt$$

$$\breve{\mathbf{a}}_S = (\mathbf{F}_0/m_s)$$

$$\breve{\omega}_S = \pm \left| (\mathbf{F}_1/m_s - \mathbf{F}_0/m_s) \cdot (\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_0)/(\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_0)^2 \right|^{1/2}$$

$$\breve{\alpha}_S = d(\breve{\omega}_S)/dt$$

donde $\mathbf{F}_0$ y $\mathbf{F}_1$ son las fuerzas resultantes que actúan sobre el sistema de referencia S en los puntos 0 y 1, $\mathbf{r}_0$ y $\mathbf{r}_1$ son las posiciones de los puntos 0 y 1 respecto al sistema de referencia S y $m_s$ es la masa de la partícula S (el punto 0 es el origen del sistema de referencia S y el centro de masa de la partícula S) (el punto 0 pertenece al eje de rotación dinámica y el segmento 01 es perpendicular al eje de rotación dinámica) (el vector $\breve{\omega}_S$ es colineal con el eje de rotación dinámica)

Las magnitudes $\breve{\mathbf{r}}$, $\breve{\mathbf{v}}$, $\breve{\mathbf{a}}$, $\breve{\omega}$ y $\breve{\alpha}$ son invariantes bajo transformaciones entre sistemas de referencia.

# Sistema de Referencia Inercial

Un sistema de referencia S es inercial si $\breve{\omega}_S = 0$ y $\breve{\mathbf{a}}_S = 0$, pero éste es no inercial si $\breve{\omega}_S \neq 0$ o $\breve{\mathbf{a}}_S \neq 0$.

Este trabajo considera que el sistema de referencia universal $\mathring{\mathrm{S}}$ es siempre inercial.

## Ecuación de Movimiento

Desde el principio general y las transformaciones se deduce que la aceleración $\mathbf{a}_a$ de una partícula A de masa $m_a$ respecto a un sistema de referencia S fijo a una partícula S de masa $m_s$, está dada por:

$$\mathbf{a}_a = \mathbf{F}_a/m_a - 2\,\breve{\omega}_S \times \mathbf{v}_a - \breve{\omega}_S \times (\breve{\omega}_S \times \mathbf{r}_a) - \breve{\alpha}_S \times \mathbf{r}_a - \mathbf{F}_s/m_s$$

donde $\mathbf{F}_a$ es la fuerza resultante que actúa sobre la partícula A y $\mathbf{F}_s$ es la fuerza resultante que actúa sobre la partícula S.

En contradicción con la primera y segunda ley de Newton, desde la última ecuación se deduce que la partícula A puede estar acelerada aun si sobre la partícula A no actúa fuerza alguna y también que la partícula A puede no estar acelerada (estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme) aun si sobre la partícula A actúa una fuerza no equilibrada.

Para poder aplicar la primera y segunda ley de Newton en un sistema de referencia no inercial es necesario introducir fuerzas ficticias.

Sin embargo, este trabajo considera que la primera y segunda ley de Newton son falsas. Por lo tanto, en este trabajo no hay ninguna necesidad de introducir fuerzas ficticias.

## Fuerza Cinética

La fuerza cinética $\mathbf{K}_{a|b}$ ejercida sobre una partícula A de masa $m_a$ por otra partícula B de masa $m_b$, causada por la interacción entre la partícula A y la partícula B, está dada por:

$$\mathbf{K}_{a|b} = \frac{m_a m_b}{m_{cm}} (\mathring{\mathbf{a}}_a - \mathring{\mathbf{a}}_b)$$

donde $m_{cm}$ es la masa del centro de masa del universo, $\mathring{\mathbf{a}}_a$ y $\mathring{\mathbf{a}}_b$ son las aceleraciones universales de las partículas A y B.

Desde la ecuación anterior se deduce que la fuerza cinética resultante $\mathbf{K}_a$ que actúa sobre una partícula A de masa $m_a$, está dada por:

$$\mathbf{K}_a = m_a \mathring{\mathbf{a}}_a$$

donde $\mathring{\mathbf{a}}_a$ es la aceleración universal de la partícula A.

Ahora desde la página [2], se tiene:

$$m_a \mathring{\mathbf{a}}_a - \mathbf{F}_a = 0$$

O sea:

$$\mathbf{K}_a - \mathbf{F}_a = 0$$

Por lo tanto, la fuerza total $(\mathbf{K}_a - \mathbf{F}_a)$ que actúa sobre una partícula A está siempre en equilibrio.